



# Återvunnen mineralullsisolering som lösull i lantbrukets ekonomibyggnader



Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

**Camilla Strömdahl**

2010

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ

Författare:

**Camilla Strömdahl**

Titel:

**Återvunnen mineralullsisolering som lösull i lantbrukets ekonomibyggnader**

*Recycled mineral wool insulation used as loose fill thermal insulation in farm outbuildings*

Program/utbildning:

**Landsbygdsentreprenörprogrammet**

**Kandidatexamen**

Huvudområde:

**Teknologi**

Nyckelord (6-10 st):

**mineralull, isolering, återvinning, lösullsisolering, tillverkning, utförande, vindsbjälklag**

Handledare:

**Bengt Svennerstedt**

Examinator:

**Christer Nilsson**

Kurskod:

**EX0528**

Kurstitel:

**Examensarbete i byggnadsvetenskap**

Omfattning (hp):

**15**

Nivå och fördjupning:

**G2E**

Utgivningsort:

**Alnarp**

Månad, År:

**oktober 2010**

Serie:

**Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten**

Omslagsfoto:

**Camilla Strömdahl**

## FÖRORD

Landsbygdsentreprenörprogrammet är en universitetsutbildning vilken omfattar 180 hp. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Denna studie har genomförts på uppdrag av Institutionen för LBT som en del av projektet Ekonomisk och teknisk förstudie av återvunnen mineralullsisolering som lösull i lantbrukets ekonomibyggnader.

Alla fotografier är tagna under arbetets gång av författaren.

Ett varmt tack riktas till Staffan Salö, Projektledare Sysav Utveckling AB, Mikael Jönsson och Ingemar Svensson, installatörer på Icopal Entreprenad AB som bidragit med synpunkter, råd och diskussioner angående projektets olika delar.

Professor Christer Nilsson har varit examinator och Docent Bengt Svennerstedt handledare.

Alnarp september 2010

Camilla Strömdahl

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	3
SUMMARY .....	4
INLEDNING .....	5
BAKGRUND .....	5
SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR .....	5
AVGRÄNSNINGAR .....	6
LITTERATURSTUDIE .....	7
MATERIAL OCH METOD .....	10
METODSTUDIER AV ÅTERVUNNEN LÖSULLSISOLERING .....	10
<i>Produktion av återvunnen mineralullsisolering</i> .....	10
<i>Installation av lösullsisoleringen vid fullskaleförsöket – Odarslöv</i> .....	12
PROVTAGNING VID FULLSKALEFÖRSÖKET .....	16
<i>Tjockleksmätning</i> .....	16
<i>Densitetsmätning</i> .....	17
<i>Mätning av dammhalt i underliggande slaktsvinstall</i> .....	17
RESULTAT .....	19
PRODUKTION AV ÅTERVUNNEN MINNERALULLSISOLERING .....	19
INSTALLATION AV LÖSULLSISOLERINGEN VID FULLSKALEFÖRSÖKET – ODARSLÖV .....	19
TJOCKLEKSMÄTNING .....	20
DENSITETSMÄTNING .....	21
DAMMHALTSANALYS .....	21
DISKUSSION .....	23
SLUTSATS .....	24
REFERENSER .....	25
SKRIFTLIGA .....	25
MUNTLIGA .....	25

## SAMMANFATTNING

Nationella krav på minskad mängd deponiavfall ökar succesivt. Som en konsekvens av detta har avfallshanteringsföretaget Sysav lagt märke till att mineralullsisolering har blivit en allt större andel av det deponerade materialet.

Sysav startade 2009 ett projektarbete tillsammans med Malmö Återbyggdepå, Icopal Entreprenad AB och Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp. Projektets syfte var att utvärdera om det finns möjlighet att bygga upp en marknad för avsättning av återvunnen mineralullsisolering

Syftet med denna rapport som ingår i det större projektet är att praktiskt beskriva och utvärdera hur det går till att producera lösfallnadsisolering av återvunnen mineralullsisolering och att testa metodiken för att tillföra återvunnen lösull till ett vindsbjälklag.

Följande frågeställningar skulle särskilt behandlas i examensarbetet:

- Hur fungerar produktionsmetodiken för återvunnen mineralullsisolering praktiskt?
- Medför det skillnader i lösullsininstallationen när man använder återvunnen mineralull jämfört med att använda isolering med homogen kvalitet?
- Hur ser densitets- och tjockleksvariationer ut i den installerade isoleringen?
- Påverkas stalluften med hänsyn till dammhalt under installationen?

För att undersöka dessa frågor gjordes en teknisk studie i samband med ett fullskaleförsök på ett vindsbjälklag ovan ett slaktsvinstall. Metodiken för framställning av lösullsisolering samt installation av lösullsisoleringen studerades. Som kvalitetsparametrar har prover tagits på tjockleken och densiteten av det installerade isolermaterialet. Även luftprover med hänsyn till dammhalt har tagits i slaktsvinstallet innan, under och efter installationsarbetet.

Innan fullskaleförsöket genomfördes bestämdes att isolerlagrets tjocklek skulle motsvara dagens standard, 400 mm plus sättningspåslag på 5 %, sammanlagt 420 mm. Tjocklekmätningen visar att isolerlagrets tjocklek varierade mellan 350 mm till 520 mm med ett medelvärde på 448 mm. Det finns alltså tillräcklig mängd isolering på vindsbjälklaget, däremot ligger det inte så jämt som vore önskvärt.

Av luftprovsanalysen kan slutsatsen dras att det inte föreligger några risker, till följd av förhöjda luftföreningar, för varken djur eller arbetande i djurstallet på grund av hanteringen av lösullsisoleringen på ovanvåningen, under förutsättning att bjälklaget förses med diffusionsspärr.

Konceptet med att återvinna mineralull som lösullsisolering i lantbrukets ekonomibyggnader kan ur produktionsteknisk synpunkt ha en viss potential. Det som behövs för ett riktigt bra resultat är erfarenhet, att hantera ett heterogent material, hos entreprenören.

## SUMMARY

National requirements for the reduction of landfill waste are gradually increasing. As a consequence, the disposal company Sysav has noted that mineral wool insulation makes up an increasingly larger share of the deposited materials. The producers of glass wool and stone wool don't seem to be interested in recovering the insulation materials.

In 2009 Sysav initiated a project together with Malmö Återbyggsdepå (rebuild depot), Icopal Entreprenad AB and the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp. The purpose of the project was to ascertain whether it is possible to develop a market for the sale of recycled mineral wool insulation.

This report is part of the larger project and its purpose is to describe and evaluate the process of producing loose fill thermal insulation from recycled mineral wool insulation. In addition it will test the methodology for using recycled loose fill insulation in attic floor constructions.

The following issues were specifically addressed in the thesis:

- How does the production methodology for recycled mineral wool insulation work in practice?
- Is it necessary to use a different installation technique when using recycled mineral wool as compared to using insulation of consistent quality?
- Which are the density and thickness variations in the installed insulation?
- How do dust levels during installation affect the air in the barn?

In order to examine these issues a technical study has been completed, conducting a full-scale experiment in a pig-sty attic. The methodology for the production of loose fill insulation and its installation was studied. Samples were taken of the installed insulation material's thickness and density, and were used as quality parameters. To measure the barn's dust levels, air samples were taken before, during and after the installation.

It was determined that the insulation thickness should correspond to today's standard of 400 mm, plus a settling allowance of 5 %, in total 420 mm. Measurement readings show that the thickness ranged from 350 mm to 520 mm with an average of 448 mm. Thus the insulation quantity is sufficient, but its distribution not as even as desired.

It can be concluded from the air sample analysis that, provided a vapour barrier is used, there is no health hazard involved, due to increased air pollution, for neither animals nor working staff because of the handling of loose fill material on the attic floor.

The concept of using recovered mineral wool as loose fill insulation in farm outbuildings may have a certain potential from a production technical point of view. To ensure a high standard result, however, it is vital that the contractor has the skills necessary to work with a material of inconsistent quality.

# INLEDNING

## BAKGRUND

Nationella krav på minskad mängd deponiavfall ökar succesivt. Som en konsekvens av detta har avfallshanteringsföretaget Sysav lagt märke till att mineralullsisolering har blivit en allt större andel av det deponerade materialet. Producenterna av glasull och stenull tycks inte vara intresserade av att återvinna isoleringsmaterialet. Det saknas ekonomiska incitament till att materialåtervinna eftersom råmaterialen glas, sand och sten är billiga och returtransporterna dyra på grund av låg volymvikt hos isolermaterialet. Sysav har därför gjort sorteringsstudier och man har kunnat konstatera att det är tekniskt möjligt att sortera fram mineralull av ”rimligt hög kvalitet” för återanvändning.

Sysav startade 2009 ett projektarbete tillsammans med Malmö Återbyggdepå, Icopal Entreprenad AB och Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp. Projektets syfte var att utvärdera om det finns möjlighet att bygga upp en marknad för avsättning av återvunnen mineralullsisolering och att praktiskt utvärdera hur det går att tillverka lösfallnadsisolering av återvunnen isolering samt att testa metodiken för att tillföra återvunnen lösull till ett vindsbjälklag.

## SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Syftet med projektet var att praktiskt beskriva och utvärdera hur det går att producera lösfallnadsisolering av återvunnen mineralullsisolering och att testa metodiken för att tillföra återvunnen lösull till ett vindsbjälklag.

Följande frågeställningar skulle särskilt behandlas i examensarbetet:

- Hur fungerar produktionsmetodiken för återvunnen mineralullsisolering praktiskt?
- Medför det skillnader i lösullsinstallationen när man använder återvunnen mineralull jämfört med att använda isolering med homogen kvalitet?
- Hur ser densitets- och tjockleksvariationer ut i den installerade isoleringen?
- Påverkas stalluften med hänsyn till dammhalt under installationen?

## AVGRÄNSNINGAR

- Inga beräkningar på isoleringens värmemotstånd ( $M$ ) och värmeledningsförmåga ( $\lambda$ ) har genomförts.
- Inga ekonomiska utvärderingar har behandlats i arbetet.



## LITTERATURSTUDIE

Boverket har sedan många år typgodkänt olika byggnadsmaterial. För att ett lösullsisoleringsmaterial ska få ett typgodkännande krävs att det finns en industriell serietillverkning med egenkontroll som säkerställer jämn kvalitet över tid. Tester skall utföras av ackrediterat laboratorium. En årlig kontroll i fabrik sker också av ackrediterat laboratorium. Vidare skall det finnas installationsanvisningar. Installation ska ske av isolerentreprenör som har certifikat, det vill säga är godkända av materialproducenten (Åkesson, 2010).

De huvudsakliga egenskaperna som kontrolleras är:

1. Provning och beräkning av värmeledningsförmåga ( $\lambda$ -värde) som sedan deklarerar
2. Sättningsegenskaper
3. Eventuella brandegenskaper

Att använda en produkt som är typgodkänd innebär en garanterad kvalitet på isolermaterialet för kunden, samtidigt som bygglovsmyndigheters granskningsprocedur blir enklare då installationen utförs av certifierade entreprenörer vars arbete såväl som det isolermaterial de använder kontrolleras av en opartisk institution (Svennerstedt & Sloth Andersen, 1991).

I installationsanvisningarna krävs att vissa kriterier är uppfyllda då man installerar lösullsisolering på ett vindsbjälklag. Bjälklaget ska vara väl städad och så lufttätt som möjligt. Om vinden är takfotsventilerad ska det finnas en säkrad luftspalt mot yttertakets på 20 mm. Detta gör man med en vindavvisare eller sarg som samtidigt ser till att det inte blåser ner i isoleringen och på så sätt försämrar isolerförmågan hos isolermaterialet. Detta säkrar man genom att vindavvisaren sträcker sig till en höjd av 130 mm ovanför ytan av det tilltänkta isolerlagret. Viktigt är också att inspektionsgången är på plats. Denna bör gå till de ställen, som kan behöva nås efter att isoleringen är på plats, till exempel från luftsdon från den undre våningen.

Själva isolermaterialet levereras komprimerat i säckar och därför finns det i installatörens blåsaggregat matarskruvar, som luckrar upp materialet. Sedan går materialet vidare ut i en matarslang som dras till platsen för installationen. Till hjälp för att få ett bra flöde på isolermaterialet kan maskinisten ställa in lufttrycket efter vilket material man använder i installationen. Samtidigt kan den person som håller i matarslangen reglera flödet genom att rikta slangen på olika sätt mot underlaget eller använda sina händer för att täcka över delar av slanghålet (Jönsson, 2010). Figur 1 visar ett fastmonterat aggregat i installatörens lastbil och i Figur 2 kan man se en pågående installation på ett vindsbjälklag.

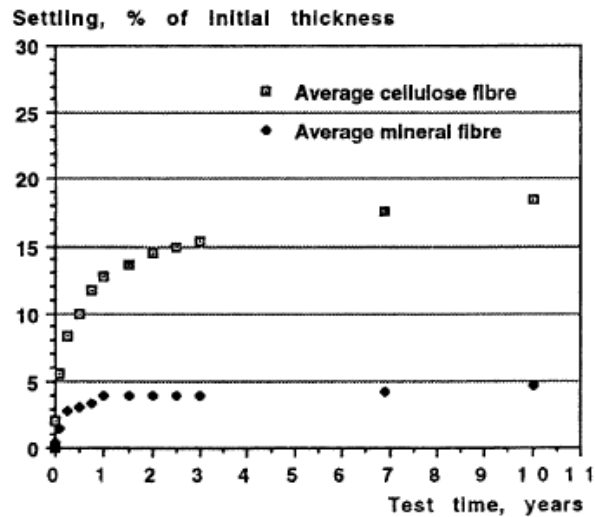


Figur 1. Blåsaggregat till lösullsinstallation.



Figur 2. Pågående installation av lösull.

I typgodkännandena redovisas sättningar i lösfillnadsisoleringar. Lösullen sjunker alltså ihop något efter installationen. Detta är en långsam process och sättningens storlek beror i huvudsak på tre faktorer, densiteten på isolermaterialet, klimatet på vinden och vibrationer i byggnaden där isoleringen finns. Eftersom isoleringen förväntas ha en viss isolerförmåga över tid måste denna sättning kompenseras. I Figur 3 visas resultatet av en fältstudie i Sverige (Svennerstedt, 1995), där man kunnat konstatera att efter 10 år har lösullsisoleringen av mineralullstyp haft en sättning på 4,7 %. Man menar att när isolermaterialet tjänat sitt syfte i 30 år kan det beräknas ha sjunkit samman lite mer än 5 % av den ursprungliga tjockleken.



Figur 3. Resultat från fältstudie av sättning över tid för lösfallnadsisoleringar tillverkade av cellulosa- och mineralullsfiber (Svennerstedt, 1995).

I ett typgodkännande finns också angivet densiteten på isolermaterialet. För glasull innebär det mellan 15 och 26 kg/m<sup>3</sup> (SP Sitac, 2009, 2010a) och för stenull mellan 28 och 40 kg/m<sup>3</sup> (SP Sitac, 2010b).

När entreprenören installerar lösullsisolering skall tillbörlig skyddsutrustning för att hantera dammhalten användas. Utan skyddsutrustning får inte halten oorganiskt och organiskt damm i luften på en arbetsplats överstiga 5 mg/m<sup>3</sup>, enligt Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS, 2005).

## MATERIAL OCH METOD

### METODSTUDIER AV ÅTERVUNNEN LÖSULLSISOLERING

#### *Produktion av återvunnen mineralullsisolering*

Produktionsstudien har gjorts vid ett studiebesök på Malmö Återbyggsdepå den 7 april 2010. Personal på Återbyggsdepån har visat och berättat hur de gått tillväga när de förädlar den återvunna mineralullen.

Mineralull samlades in av byggföretag till Malmö Återbyggsdepå. Exempel på insamlat material kan ses i Figur 4.

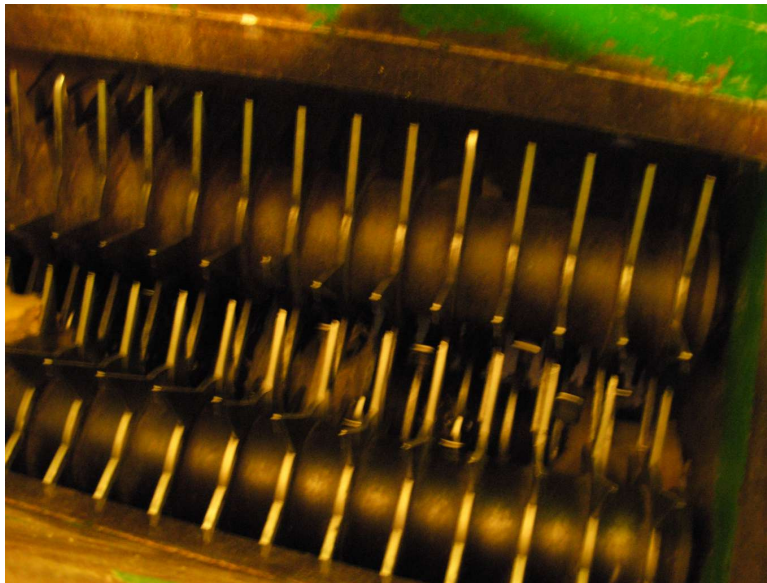


Figur 4. Insamlade stuvbitar av mineralull från byggarbetsplatser.

På Återbyggsdepån sorterade man det samlade materialet och rev ner det till lösull. Detta gjordes med en rivningsmaskin, inlånad för ändamålet. Figurerna 5 och 6 visar hur maskinen och själva rivningsdelen såg ut.



Figur 5. Maskin för rivning av mineralull till lösull.



Figur 6. Rivningsdel med knivar.

När den återvunna mineralullen körts genom rivningsmaskinen samlades den upp i samma platsäckar som den först blivit levererad i. Lösullen förpackades i säckar om ca 15 kg för att de skulle vara lätta att hantera. I Figur 7 kan man se hur lösullen såg ut efter att den blivit förpackad i säckar.





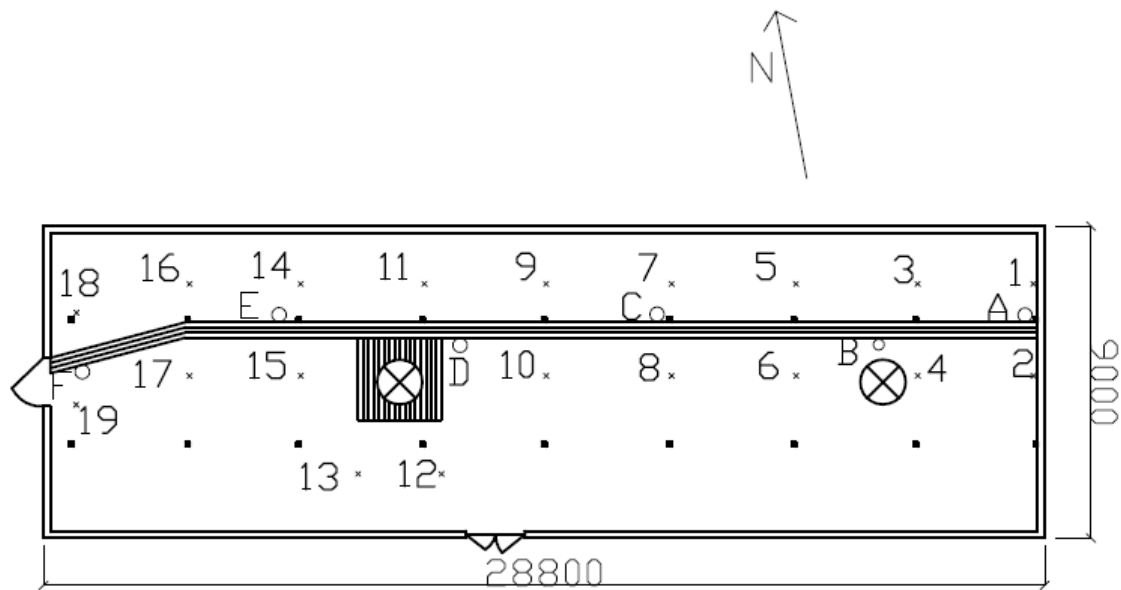
Figur 7. Lössull färdig för installation.

#### ***Installation av lösullsisoleringen vid fullskaleförsöket – Odarslöv***

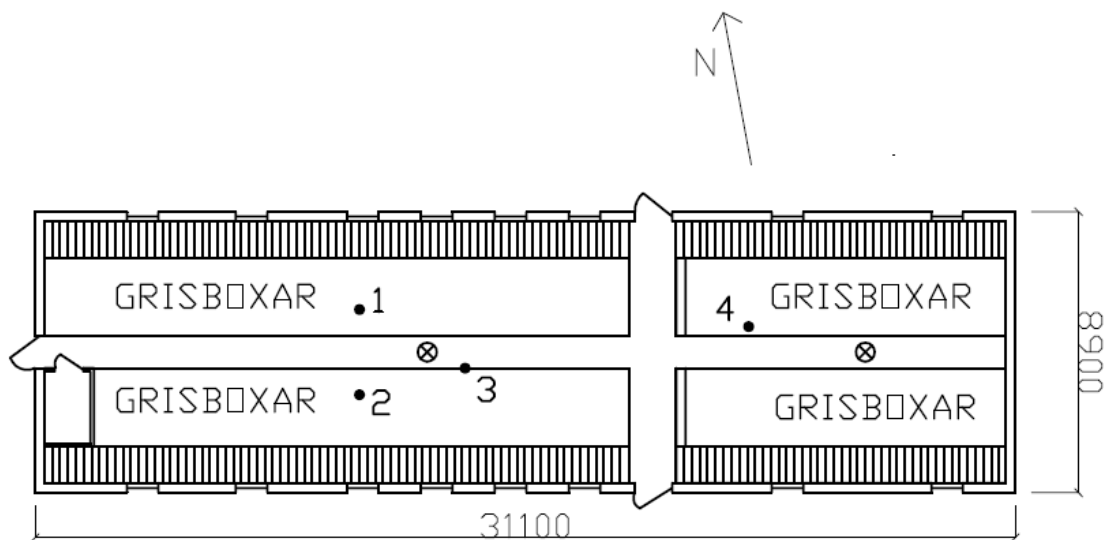
På Lantbruksuniversitetets försöksgård strax norr om Lund genomfördes fullskaleförsöket den 17 till den 20 maj 2010. Installationen gjordes på vindsbjälklaget över ett slaktsvinstall. Byggnaden är 31,1 \* 8,9 m och mynnar i väster ut i en loge. Då vindsbjälklaget är något indraget över slaktsvinstallet är måttet för det 28,8 \* 9,0 m. Figur 8 visar byggnaden sett från sydväst. Figur 9 och 10 visar planritningar över vindsbjälklaget och underliggande slaktsvinstall.



Figur 8. Byggnaden för fullskaleförsöket.



Figur 9. Provtagningspunkter på bjälklaget, siffror hänvisar till tjockleksmätningar och bokstäver hänvisar till densitetsmätningar.



Figur 10. Provtagningspumparnas placering i slaktsvinstallet.

Att installera lösullsisolering på ett bjälklag som det i Odarslöv kan delas in i fyra huvudmoment. Det första som måste göras är att städa upp på skullen så att i princip allt organiskt material som ligger där tas bort. Samtidigt bör läckor i tak och andra felaktigheter i byggnaden rättas till för att garantera en så hållbar isolering som möjligt. Entreprenören som ska utföra installationen besiktigar härvid bjälklagen, innan installationen påbörjas. I Figur 11 kan man se hur vindsbjälklaget såg ut efter avstädning.



Figur 11. Renstädat bjälklag

Moment två innebär att bygga upp sarger och vindavledare runt lösullsområdet och att lägga en diffusionsspärr. Eftersom skullen var takfotsventilerad byggdes vindavledarna så höga att de översteg de 130 mm över lösullsisoleringen som rekommenderas för att det inte skulle kunna blåsa ner luft i isolermaterialet och därmed försämra isolerförmågan. Ångspärren bestod av 0,2 mm plast som fästes med häftpistol i golvet. I skarvarna överlappades plasten med ca 300 mm och sedan tejpades man skarvarna för att få det alldeles tätt. Även mellan sarger och diffusionsspärr tejpades det. Runt ventilationstrummor och takstolsstöttor skars plasten upp och tape användes för att tätas så att man fick en hel diffusionsspärr utan luftgenomgångar. I Figur 12 kan man se hur diffusionsspärren håller på att monteras, dock har den inte tejpats till sargkanten ännu.





Figur 12. Sarger och diffusionspärr monteras.

När sarger och ångspärr var på plats monterades inspektionsgången. Material till detta tillhandahölls av entreprenören, som också tillverkade stödben till landgången. Själva inspektionsgången monterades längs med takstolsstöttorna och bestod av tre brädor med en sammanlagd bredd av 450 mm. Stödbågar spikades fast i takstolsstöttorna och sedan monterades extra stöd efter behov.

Det sista momentet bestod i att blåsa upp själva isoleringsmaterialet. Till detta användes ett blåsaggregat, som var monterat i entreprenörens lastbil. Då lösullsmaterialet inte var homogent som nyproducerad lösullsisolering fick entreprenören prova sig fram till ett lufttryck i blåsaggregatet som de ansåg fungerade bra.

För att hålla nere kostnader för transporter till följd av att isoleringen tog stor plats i lastbilen, bestämdes att installationsarbetet skulle göras något annorlunda jämfört med hur entreprenören brukar göra vid installationsarbeten. Man delade upp vindbjälklaget i två delar så att man monterade sarger, diffusionspärr och inspektionsgång i den östra halvan av skullen först. När det var klart blåste man upp lösullsisoleringen där för att fortsätta med andra halvan senare. Vanligtvis gör man i ordning hela ytan som ska isoleras och sedan blåses isoleringen på plats. I Figur 13 kan man se hur inspektionsgången är på plats och lösullen är uppblåst i den östra delen av bjälklaget.



Figur 13. Lösull i östra halvan av vindsbjälklaget.

## PROVTAGNING VID FULLSKALEFÖRSÖKET

Prover på lösullsisoleringen och luftkvaliteten i underliggande slaktsvinstall togs som kvalitetsparametrar.

### *Tjockleksmätning*

Vid planeringen av fullskaleförsöket hade det bestämts att isolerlagret skulle vara 400 mm tjockt, plus det nominella sättningspåslaget på 5 %, det vill säga sammanlagt 420 mm tjockt. Med en mätsticka tillverkad av 2 mm svetstråd och papperstape som graderats med 10 mm intervall, mättes tjockleken på isolerlagret på sammanlagt 19 ställen. Placeringen av mätpunkterna utgick från inspektionsgången och takstolsstöttorna. Tjockleksmätning gjordes 1100 mm ut från inspektionsbryggan, på varje sida om bryggan, vid varje takstolsstötta. Dessutom gjordes två mätningar vid den plattform som byggts runt en av ventilationstrummorna. Mätpunkternas placering framgår av planritningen (Figur 9).

### ***Densitetsmätning***

En ventilationstrumma med känd diameter och slipad bottenkant tjänade som verktyg för att mäta densiteten. Först utfördes tjockleksmätning med hjälp av svetstråden på fyra ställen i området för provet för att kunna göra en uppskattning av medeltjockleken av isoleringen, just där provet är taget. Efter detta sågades trumman försiktigt ner genom isoleringen för att få en så exakt mätning som möjligt. Figur 14 visar när trumman står på botten och isoleringen tagits ut för vägning. Vägningen gjordes med en digital köksvåg med precisionen 0,001 kg. Prover togs på 6 ställen, längs med inspektionsgången. Mätpunkternas placering framgår av planritningen (Figur 9).



Figur 14. Utrustning för densitetsprov.

### ***Mätning av dammhalt i underliggande slaktsvinstall***

Fyra provtagningspumpar av fabrikatet SKR och modell PCXR8, sattes ut i det underliggande slaktsvinsstallet i tre olika försöksomgångar. Varje provomgång genomfördes under fyra dygn, då pumparna pumpat luft genom dammfilter under 360 – 365 minuter jämt spridda under försöksperioden. Proven samlades in först under en normal period, innan arbetet med isoleringen på skullen påbörjats. Andra provomgången påbörjades samtidigt som installationen pågick och ytterligare 42 timmar efter att isoleringen var installerad. Den sista provperioden påbörjades åtta dagar efter att provomgång två avslutats, alltså drygt nio dygn efter att installationen var färdig. I Figur 15 kan man se en av de provtagningspumpar som användes under försöket. Själva provfiltret sitter nederst i bild. Pumparna placerades ca 1,70 till 1,80 m höjd över golvnivå. Mätpunkternas placering framgår av planritningen (Figur 10).



Figur 15. Provtagningspump.



## **RESULTAT**

### **PRODUKTION AV ÅTERVUNNEN MINNERALULLSISOLERING**

Då den rivna lösullen inte kunde komprimeras som den lösull, som tillverkas i fabrik görs, tog den stor plats att lagra. På Återbyggsdepån rev man sammanlagt lösull till 400 säckar. Problem uppstod då det till exempel kom in ståltråd i maskineriet. Då var man tvungen att stanna upp arbetet för att rensa ur knivarna. Till följd av detta problem kan man i efterhand konstatera att man producerat ca 10-15 säckar i timmen istället för de 20 säckar i timmen man räknat med. Maskinen uppfattades som något för liten för ändamålet. Vidare fanns problem med damm i luften under arbetet, som utfördes av två man tillsammans.

### **INSTALLATION AV LÖSULLSISOLERINGEN VID FULLSKALEFÖRSÖKET – ODARSLÖV**

Sammanlagt blåstes det upp 166 säckar med återvunnen lösullsisolering, varav endast sex säckar bestod av riven stenull. Arbetet utfördes av 2 personer som arbetade tre och en halv arbetsdag för att förbereda skullen och utföra installationen, dock ingår transport mellan Malmö Återbyggsdepå och gården i Odarslöv i tidsberäkningen. Då man hade problem att uppskatta mängden lösull som förbrukades fick man göra en extra resa mellan försöksgården och Malmö Återbyggsdepå för att hämta fler säckar med lösull. Installatörerna skiftades om att utföra de olika arbetsuppgifterna. De ansåg att det var ovant att hantera blåsslangen med det heterogena lösullsmaterialet, men de menade att det var något man lär sig att hantera med övning. De uppfattade det valda lufttrycket som okej, men att det kanske kan justeras ännu bättre.

## TJOCKLEKSMÄTNING

Uppmätta tjocklekar isoleringen framgår av tabell 1.

Tabell 1. Mätresultat av tjockleksmätningen.

<b>Tjockleksmätning</b>	<b>mm</b>
Mätpunkt 1	450
Mätpunkt 2	430
Mätpunkt 3	420
Mätpunkt 4	350
Mätpunkt 5	400
Mätpunkt 6	370
Mätpunkt 7	410
Mätpunkt 8	490
Mätpunkt 9	430
Mätpunkt 10	460
Mätpunkt 11	480
Mätpunkt 12	460
Mätpunkt 13	480
Mätpunkt 14	480
Mätpunkt 15	450
Mätpunkt 16	520
Mätpunkt 17	460
Mätpunkt 18	510
Mätpunkt 19	470
Medelvärde	448
Standardavvikelse	45

Mätningen visar att isolerlagrets tjocklek varierar mellan 350 mm till 520 mm med ett medelvärde på 448 mm. Det finns tillräckligt med isolering på vindsbjälklaget, däremot ligger det inte så jämt som vore önskvärt.

## DENSITETSMÄTNING

Resultaten av densitetsmätningarna framgår av tabell 2.

Tabell 2. Resultat av densitetsmätning

Densitetsprov	kg/m <sup>3</sup>
Prov A.	15,4
Prov B.	14,0
Prov C.	12,8
Prov D.	15,9
Prov E.	14,6
Prov F.	14,3
Medelvärde	14,5
Standardavvikelse	1,1

Den uppmätta densiteten ska jämföras med densiteten för isolering gjord av glasull. Endast ca 4 % av isoleringen som installerats på skullen har varit stenull, Stenullen skiljer sig i utseende från glasullen och man kan med säkerhet säga att ingen av den vägda lösullsisoleringen har varit av stenullsmaterial.

## DAMMHALTSANALYS

Resultatet av de genomförda dampmätningarna framgår av tabell 3.

Tabell 3. Luftprovs analys

Provomgång	1.	2.	3.
Provplats	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>
1.	1,7	1,1	2,4
2.	1,5	0,5	1,9
3.	1,2	1,4	0,8
4.	<u>0,5</u>	<u>1,4</u>	<u>0,7</u>
Medelvärde	1,2	1,1	1,5

Värdena från luftprovsanalysen skiljer sig ganska mycket. Grisproduktionen pågick normalt under provtagningarna och omständigheter som kan ha påverkat resultaten kan vara till exempel:

- Under första provperioden (27/4-1/5) vistades 162 grisar i byggnaden. Många av dem var nyinsatta. 10 grisar skickades till slakt under perioden.
- 149 grisar fanns i slaktsvinstallet under period två (18/5-22/5). Inga lastades ut, men grisarna som fanns var nu större än de var under period 1. Under denna provomgång var det varmt ute och en del fönster in i stallen var öppnade. Även dörren in mot logen stod öppen.
- Det blåste rejält tidvis under den sista provperioden (29/5-2/6). Fönster var öppna och vinden låg direkt på byggnaden. Det var 146 grisar, en del skulle gå till slakt veckan därpå.



## DISKUSSION

Resultatet av tjockleksmätningarna visar att materialets tjocklek varierar ganska mycket. Tjockleken är markant låg vid genomförningen av ventilationstrumman i den norra delen av skullen. Vid uppblåsningen av lösullen användes en mätsticka för att ge isolerlagret den genomsnittliga tjockleken på 420 mm. Redan dagen efter såg entreprenören att materialet sjunkit samman en hel del på vissa ställen och vid nästa lösullsuppblåsning ökade man därför på djupet för att det inte skulle bli större svackor. Man försökte också bättra på lösullslagret från den tidigare installationen.

Frågan är varför lösullsmaterialet sjönk samman så pass mycket vid just ventilationstrumman. En anledning kan vara att sättningen påverkas av vibrationer som Svennerstedt (1995), menar har en stor betydelse. Dock kan man vid den västra ventilationstrumman inte påvisa samma skeende. Detta kan bero på att entreprenören lagt ett tjockare lager med lösull just där eller det faktum att den östra trummans fläkt sitter i golvhöjd medan den västra trummans fläkt sitter ca 2 m upp från golvet räknat. Man kan även se i resultatet för densitetsprovtagningarna att densiteten är högre vid den västra ventilationstrumman.

Om man räknar på medelvärdet från tjockleksmätningarna och utifrån det bestämmer densiteten på hela vindsbjälklaget blir densiteten  $22,2 \text{ kg/m}^3$ . Detta skiljer sig mycket från genomförda provtagningar och möjligen kan det förklaras med att mätmetoden inte är tillfredsställande. Entreprenören har i princip övergett mätmetoden för att man dels anser att den förstör installationen då den trycker samman lösullen, dels för att en del av isolermaterialet inte kommer med, utan trycks undan när man sänker ner mätroret i materialet. Entreprenören använder till vardags en metod där de räknar på yta och djup och minimivikten på de komprimerade lösullssäckarna. Man räknar med andra ord på den totala genomsnittliga densiteten.

Problemet med den skiftande densiteten och det varierande djupet på isolerlagret kan bero på det heterogena material som användes till den återvunna lösullen. Till detta kommer att blåsaggregatet är konstruerat för en komprimerad, homogen lösull. Hur lösullen installeras handlar mycket om att entreprenören har en känsla för materialet, hur maskinisten ställer in lufttrycket i blåsaggregatet och hur den person som sköter installationen hanterar slangen som sprutar ut lösullen. I normalfallet ställs lufttrycket in på en nivå som passar för just det material som ska sprutas ut, samtidigt som installatören kan hantera slangen på samma sätt genom hela installationen.

Metoden att installera återvunnen mineralull som lösullsisolering skiljer sig inte mycket från metoden att installera nyproducerad lösullsisolering. Det är bara det faktum att man för att hålla nere kostnaderna delar upp själva installationen i omgångar för att slippa extra transporter för att frakta isolermaterialet. Dock kan det ta lite mer tid än normalfallet eftersom materialets egenskaper skiftar och hänsyn måste tas till detta vid uppblåsningen.

Luftprovsanalysen som gjordes visar inte på några tendenser till att det skulle finnas förhöjda värden av damm i luften under installationen. Detta stärks av det faktum att

dammhalten har varit ungefär densamma under alla tre provomgångarna, den har till och med varit något lägre i provomgång 2. Det var inte heller förväntat att installationen av lösullen skulle ha någon påverkan, dels lades en diffusionsspärr så att det skulle vara lufttätt mellan skulle och stall, dels är skullen brandcellsavskild från slaktsvinstallet under.

## **SLUTSATS**

Av luftprovsanalysen kan man dra slutsatsen att dammhållten inte påverkats av arbetet med isoleringen på skullen ovanför samt att dammhållten i övrigt håller sig på en sådan nivå att den inte överstiger arbetsmiljöverkets gränsvärden för luftföroreningar på arbetsplatsen. Det föreligger därmed inte några risker för varken djur eller personal i djurstallet på grund av hanteringen av lösullsisoleringen på ovanvåningen, under förutsättning att bjälklaget förses med diffusionsspärr.

Konceptet med att återvinna mineralull som lösullsisolering i lantbrukets ekonomibyggnader kan ur produktionsteknisk synpunkt ha en viss potential. Det som behövs för ett riktigt bra resultat är erfarenhet hos entreprenören.

## REFERENSER

### SKRIFTLIGA

AFS (2005). *Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar*. Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:17. Solna.

SP Sitac (2009). *Isover InsulSafe lösfallnadsisolering på öppna bjälklag*. Typgodkännandebevis nr 0193/04. Karlskrona

SP Sitac (2010a). *Kretsull I på bjälklag*. Typgodkännandebevis nr 4832/90. Karlskrona.

SP Sitac (2010b). *Paroc lösull på bjälklag*. Typgodkännandebevis nr 3100/90. Karlskrona.

Svennerstedt, B. (1995). *Analytical Models for Settling of Attic Loose-Fill Thermal Insulation*. Journal of Thermal Insulation and Building Envelopes. No 19, 189-201.

Svennerstedt, B. & Sloth Andersen, U. (1991). *Lösfallnadsisolering – användning i lantbruksbyggnader*. Uppsala: SLU/Teknik Aktuellt från lantbruksuniversitetet 402, ISBN 91-576-4481-0.

### MUNTliga

Jönsson, Mikael, Lösullsinstallatör, Icopal Entreprenad AB. Malmö. 18 maj 2010.

Åkesson, Johan, Sektionschef, SP Sitac. Karlskrona. 20 april 2010.